

Testiranje prosto dostopnih programov za izračun prenosa toplote

1. Cilj testiranja programa

V okviru vaj pri predmetu konstrukcijska gradbena fizika smo testirali prosto dostopne programe za izračun prenosa toplote. Cilj je bil primerjati rezultate, dobljene s pomočjo računalniških programov, in rezultate, dobljene z analitičnimi »peš računi«.

2. Programska oprema

Izbrala sva prosto dostopni program Energija 2010, ki je v lasti podjetja Knauinsulation d.o.o. Program je brezplačno dostopen na spletni strani podjetja. Omogoča celovito obravnavanje objekta, od arhitekturne zasnove, sestave konstrukcij do vseh možnih opcij strojne opreme. Program za izračun gradbene fizike vsebuje obširno bazo konkretnih materialov različnih ponudnikov na našem trgu, s čimer je omogočeno zelo enostavno kreiranje konstrukcij in zagotavljanje točnih analiz.

3. Izračun

Pri izračunu sva primerjala »peš« izračunan toplotni tok skozi konstrukcijo s toplotnim tokom, ki ga izračuna program Energija 2010. Za primerjavo sva izbrala steno s površino 200 m² in sestavo, ki je prikazana na sliki 1. Projektno zunanjo temperaturo, program samodejno določi za izbrano mesto. Izračun sva naredila za Ljubljano, Jesenice in Koper. Notranjo temperaturo v prostoru podamo v programu, za najin primer, sva izbrala temperaturo 22°C (Slika 2).

Materiali (prvi slojje znotraj)	Debelina (cm)	λ (W/mK)	μ	ρ (kg/m ³)	sd (m)
Modularna opeka (1400)	30	0,61	6	1400	1,80
steklena volna KNAUF INSULATION CL	15	0,044	1,1	10	0,17

Slika 1: Karakteristike uporabljenih materialov

a) Analitični izračun toplotnega toka P skozi steno

i) Ljubljana, projektna temperatura – 13°C

$$R_1 = \frac{l}{\lambda_1 \cdot S} = \frac{0,30}{0,61 \cdot 200} = 2,46 \cdot 10^{-3} \text{ K/W}$$

$$R_2 = \frac{l}{\lambda_1 \cdot S} = \frac{0,15}{0,044 \cdot 200} = 17,04 \cdot 10^{-3} \text{ K/W}$$

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{22 - (-13)}{2,46 \cdot 10^{-3} + 17,04 \cdot 10^{-3}} = 1794,9 \text{ W}$$

ii) Jesenice, projektna temperatura – 16°C

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{22 - (-16)}{2,46 \cdot 10^{-3} + 17,04 \cdot 10^{-3}} = 1948,7 \text{ W}$$

iii) Koper, projektna temperatura – 4°C

$$P = \frac{\Delta T}{R} = \frac{22 - (-4)}{2,46 \cdot 10^{-3} + 17,04 \cdot 10^{-3}} = 1333,3 \text{ W}$$

b) Izračun s pomočjo programa Energija 2010

Program nam izračuna različne podatke o porabljeni energiji objekta. Pokaže nam lahko npr. toplotne izgube, izgube zaradi hlajenja in prezračevanja. Ker nas pri tej nalogi zanima toplotni tok skozi konstrukcijo, upoštevamo rezultat »informativna toplotna obremenitev«, kar prikazujemo na sliki 3. Ta izračun velja za Ljubljano. Izračun za Jesenice prikazujemo na sliki 4, za Koper pa na sliki 5.

Cona

Namembnost	Del stavbe za druge storitvene dejavnosti		
Naziv	fgg	Št. etaž	1
Bruto ogrevana prostornina	0 m ³	Višina etaže	0 m
Neto ogrevana prostornina	0 m ³	Širina	0 m
Neto uporabna površina	0 m ²	Dolžina	0 m
Površina prodaje	0 m ²		
Ogrevana s prekinitvami	<input type="radio"/> Da <input checked="" type="radio"/> Ne		
Notranja temperatura pozimi	22 °C	poleti	24 °C
Notranji viri pozimi	0 W/m ²	poleti	0 W/m ²
Način gradnje	Srednjetežka gradnja (ro zunanega zidu >= 600 kg/m ²)		
Vlažnost zraka	50 %		
Barva fasade	Svetla		
Prezračevanje	Naravno		
Št. izmenjav zraka pozimi	0,4 h ⁻¹	poleti	0,4 h ⁻¹
Prezračevanje pozimi	0 m ³ /h	poleti	0 m ³ /h

Slika 2: Nastavitve za izbrano cono (Energija 2010)

Analiza cone

Ogrevanje	Jan kWh/m	Feb kWh/m	Mar kWh/m	Apr kWh/m	Maj kWh/m	Jun kWh/m	Jul kWh/m	Avg kWh/m	Sep kWh/m	Okt kWh/m	Nov kWh/m	Dec kWh/m	Skupaj kWh/a
Trans. izgube	841	693	585	460	151				17	439	637	768	4589
Prezrač. izgube	0	0	0	0	0				0	0	0	0	0
Dobitki not. virov	0	0	0	0	0				0	0	0	0	0
Dobitki sončnegasevanj	0	0	0	0	0				0	0	0	0	0
Učinkovitost dobitkov	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				1,00	1,00	1,00	1,00	
Toplota za gretje (QNH)	841	693	585	460	151				17	439	637	768	4591
Št. dni za gretje	31	28	31	30	16				2	31	30	31	230

Hlajenje	Jan kWh/m	Feb kWh/m	Mar kWh/m	Apr kWh/m	Maj kWh/m	Jun kWh/m	Jul kWh/m	Avg kWh/m	Sep kWh/m	Okt kWh/m	Nov kWh/m	Dec kWh/m	Skupaj kWh/a
Trans. izgube													0
Prezrač. izgube													0
Dobitki not. virov													0
Dobitki sončnegasevanj													0
Učinkovitost ponorov													
Hladilna toplota (QNC)													0
Št. dni za hlajenje													0

Splošni podatki

		Informativna moč in letna potrebna toplota za ogrevanje/hlajenje			
Površina ovoja	200 m ²	Spec. transmisivne izgube Ht	49,1 W/K	Spec. ventilacijske izgube Hv	0,0 W/K
H't	0,246 W/m ² K	Informativna toplotna obremenitev	1720 W	neskončen W/m ³	neskončen W/m ²
H't (s toplotnimi mostovi)	0,246 W/m ² K	Informativna hladilna obremenitev	641 W	neskončen W/m ³	neskončen W/m ²
fo	neskončen m ⁻¹	Toplota za gretje (QNH)	4591 kWh/a	neskončen kWh/m ³ a	neskončen kWh/m ² a
z	0,000 -	Hladilna toplota (QNC)	0 kWh/a	NaN kWh/m ³ a	NaN kWh/m ² a

Slika 3: Izračuni za Ljubljano (Energija 2010)

Splošni podatki		Informativna moč in letna potrebna toplota za ogrevanje/hlajenje			
Površina ovoja	200 m ²	Spec. transmisijske izgube Ht	49,1 W/K	Spec. ventilacijske izgube Hv	0,0 W/K
H't	0,246 W/m ² K	Informativna toplotna obremenitev	1867 W	neskončn	neskonč W/m ²
H't (s toplotnimi mostovi)	0,246 W/m ² K	Informativna hladilna obremenitev	641 W	neskončn	neskonč W/m ²
fo	neskonč m ⁻¹	Toplota za gretje (QNH)	5888 kWh/a	neskončn	neskonč kWh/m ² a
z	0,000 -	Hladilna toplota (QNC)	0 kWh/a	NaN	NaN kWh/m ² a

Slika 4: Izračuni za Jesenice (Energija 2010)

Splošni podatki		Informativna moč in letna potrebna toplota za ogrevanje/hlajenje			
Površina ovoja	200 m ²	Spec. transmisijske izgube Ht	49,1 W/K	Spec. ventilacijske izgube Hv	0,0 W/K
H't	0,246 W/m ² K	Informativna toplotna obremenitev	1277 W	neskončn	neskonč W/m ²
H't (s toplotnimi mostovi)	0,246 W/m ² K	Informativna hladilna obremenitev	641 W	neskončn	neskonč W/m ²
fo	neskonč m ⁻¹	Toplota za gretje (QNH)	3181 kWh/a	neskončn	neskonč kWh/m ² a
z	0,000 -	Hladilna toplota (QNC)	0 kWh/a	NaN	NaN kWh/m ² a

Slika 5: Izračuni za Koper (Energija 2010)

4. Primerjava rezultatov in ugotovitve

Primerjavo sva opravila za tri mesta na različnih koncih Slovenije. Izračunani toplotni tok P po »peš računu« se razlikuje glede na rezultate v programu za približno 4,2%. To velja za vsa tri obravnavana mesta, rezultate pa prikazujemo v tabeli 1. Ugotovila sva, da so rezultati iz programa Energija 2010 in rezultati, dobljeni z analitičnim »peš računom«, zaradi majhnih odstopanj povsem primerljivi.

Tabela 1: Primerjava toplotnega toka P skozi steno v programu Energija 2010 s »peš računom«

Lokacija	Projektna temp. [°C]	Analitično [W]	Energija 2010 [W]	Razlika [%]
Ljubljana	-13	1794,9	1720	4,2
Jesenice	-16	1948,7	1867	4,2
Koper	-4	1333,3	1277	4,2